

## Hubungan Pemilihan dan Pengolahan Bahan Makanan terhadap Kontaminasi *Escherichia coli* pada Penyajian Makanan Jajanan

Tris Eryando<sup>1</sup>, Dewi Susanna<sup>2\*</sup>, Aria Kusuma<sup>3</sup>, Dian Pratiwi<sup>4</sup>

1. Departemen Biostatistik dan Kependudukan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

2. Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

3. Pusat Teknologi dan Intervensi Kesehatan Masyarakat, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta 10560, Indonesia

4. Pusat Kajian Kependudukan dan Biostatistik, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

\*e-mail: dsusanna@ui.ac.id

---

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keamanan makanan jajanan yang disajikan di lingkungan kampus Universitas Indonesia (UI) Depok. Investasi *Escherichia coli* (*E. coli*) dijadikan indikator kualitas sanitasi dan higiene pengelolaan makanan oleh penjamah makanan. Penelitian ini menggunakan desain potong lintang. Objek pengamatan dalam penelitian ini adalah penjamah makanan pada setiap tempat penjualan makanan di lingkungan kampus UI Depok. Wawancara dilakukan terhadap 173 penjamah makanan, pemeriksaan sampel makanan dan minuman juga dilakukan terhadap 173 sampel. Pemeriksaan laboratorium dilakukan pada laboratorium mikrobiologi Fakultas Kesehatan Masyarakat UI Depok, dengan menghitung *most probable number* (MPN) *E. coli* ditemukan lebih dari separuh 59,54% sampel makanan jajanan terkontaminasi *E. coli*. Faktor jenis perlakuan terhadap sayuran dan lama pemasakan biji-bijian/beras adalah faktor yang paling berhubungan terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan. Mencuci sayuran dengan air tidak mengalir atau tidak mencuci sayuran, 5 kali lebih berisiko terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan. Pemasakan biji-bijian/beras dengan waktu kurang dari 15 menit berisiko terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan. Disarankan untuk melakukan sosialisasi dan pengawasan secara rutin terhadap penjamah makanan dalam pengolahan makanan.

### Abstract

**The Relationships between Selection and Processing Food with *Escherichia coli* Contaminant on Food Stall Serving.** *Escherichia coli* in food stalls surrounding the X Campuss in Depok, year 2012. The research conducted to examine food safety, which were served in surrounding the campus X in Depok. *Escherichia coli* (*E. coli*) existence was used to indicate the quality of hygiene and sanitation of the food that was served. Using the cross sectional method, the research examined the persons who served the food to be sold in the food stalls in the campus. There were 173 food servers chosen as the respondents from 10 different food stalls around the university. The existence of *E. coli* examined in the microbiology laboratory in the Faculty of Public Health. Using the most probable number (MPN) method found that 59.54% of the food served in the campus were contaminated *E. coli*. Factors affecting the existence of *E. coli* were the raw materials (vegetables) treated and the length of cooking of the materials (rice/beens). The improper treatment such as washing with no running water or even unwashed vegetables had 5 times risk of the *E. coli* contamination. Cooking less than 15 minutes was also more risky than cooking more than 15 minutes. As a result, this is very important to find a method to improve knowledge and to increase practical skills in food safety. Furthermore, in this research area may give contribution to avoid *E. coli* contamination which will prevent unnecessary illness among students in the campus.

**Keywords:** choose, contamination, *E. coli*, handling, raw food

---

### Pendahuluan

Tahapan yang umum dilakukan dalam pengelolaan makanan oleh penjual adalah pengadaan bahan makanan, penyimpanan bahan makanan, persiapan memasak, proses

memasak, pendinginan, pengemasan, dan penyajian secara dingin, panas atau biasa.<sup>1</sup> Langkah awal adalah pengadaan bahan makanan yaitu pada saat pembelian. Pada langkah ini yang harus menjadi perhatian dalam keamanan makanan adalah pemilihan bahan makanan yang aman

untuk dikonsumsi baik secara fisik, kimia dan mikrobiologis.<sup>2</sup> Kontaminasi bisa saja terjadi pada bahan makanan yang dibeli.

Beberapa penelitian menemukan bahwa makanan yang disajikan oleh penjual makanan di sekitar kampus berisiko tinggi untuk mengalami kontaminasi mikro-biologis. Penelitian pada sebuah dapur pusat pengolahan makanan sekolah di Argentina menemukan bahwa makanan yang disajikan pada suhu ruang berisiko terkontaminasi *Bacillus cereus*.<sup>3</sup> Penelitian yang dilakukan sebuah *Secondary School* di Nigeria, juga menemukan hygiene yang masih buruk dalam pengelolaan alat masak dan makan.<sup>4</sup> Penelitian lainnya yang dilakukan pada lingkungan kampus di Nigeria menemukan bahwa sedikit sekali penjual makanan memanaskan kembali sisa makanan matang sebelum disajikan.<sup>5</sup> Penelitian yang pernah dilakukan di kantin Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia (FKM-UI) Depok menemukan bahwa makanan dengan sambal adalah makanan yang paling berisiko terkontaminasi *E. coli* (90,15%).<sup>6</sup> Hal tersebut menunjukkan masih kurangnya keamanan makanan yang disajikan. Mengonsumsi makanan yang terkontaminasi bakteri berisiko untuk menyebabkan penyakit bagi konsumen. Bakteri *E. coli* hidup dan berkembang di dalam saluran pencernaan hewan berdarah panas dan manusia.<sup>7</sup> Penemuan kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan ini diduga telah terjadi pencemaran yang bersumber dari ekskreta.<sup>8</sup> Kontaminasi *E. coli* dari ekskreta bisa terjadi melalui berbagai macam jalur, di antaranya melalui bahan dan cara pengolahan bahan.<sup>9</sup> Risiko kontaminasi tersebut dapat dikurangi dengan cara mencuci bahan makanan sebelum diolah lebih lanjut.<sup>10</sup>

Kontaminasi yang ditemukan dalam makanan yang disajikan mengindikasikan buruknya hygiene pada tahap sebelumnya, mulai dari pemilihan bahan, penyimpanan sampai pengolahan. Oleh sebab itu dikembangkanlah sebuah penelitian yang mengamati cara pemilihan bahan makanan dan pengolahan makanan oleh penjual makanan jajanan di lingkungan kampus Universitas Indonesia (UI) Depok. Tujuan khusus penelitian ini adalah ingin melihat hubungan antara cara pemilihan bahan makanan dan pengolahan makanan-minuman terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan di lingkungan kampus UI Depok.

## Metode Penelitian

**Desain dan sampel penelitian.** Penelitian ini menggunakan desain *potong-lintang*. Faktor cara pemilihan bahan dan pengolahan bahan makanan yang diamati adalah kondisi pada saat penelitian dilakukan. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan. Variabel independen penelitian adalah cara pemilihan bahan dan pengolahan bahan makanan. Variabel pemilihan bahan makanan

yang diamati meliputi pemilihan buah-buahan, sayuran, biji-bijian/beras, ikan, ayam, daging sapi, telur, tahu, tempe, dan bahan makanan olahan pabrik. Variabel pengolahan makanan yang diamati meliputi perlakuan terhadap buah-buahan, sayuran, biji-bijian/beras, ikan, ayam, telur, tahu, tempe, bahan makanan olahan pabrik, penggunaan alat dalam meracik, dan kontak langsung tangan saat meracik bahan makanan.

Pengamatan dilakukan terhadap seluruh penjual makanan jajanan yang berjualan di sembilan (9) fakultas, asrama, dan tenda di lingkungan kampus UI Depok. Sampel yang diperiksa berjumlah 173 jenis makanan.

Sampel makanan diperoleh dengan cara membeli makanan yang disajikan oleh penjual makanan Sampel makanan minuman yang telah disajikan, diaduk merata dalam wadah penyajian menggunakan sendok lalu diambil sebanyak 50 gram.<sup>8</sup> Pengambilan sampel dilakukan secara aseptik. Jika makanan jajanan disajikan tidak menggunakan sendok, maka makanan diaduk dengan menggunakan sendok yang digunakan untuk persiapan. Pemeriksaan dilakukan pada Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia Depok.

**Metode pemeriksaan sampel makanan.** Pemeriksaan sampel makanan menggunakan metode *filter membran*. Ada dua tahap pemeriksaan yang dilalui dalam metode ini yaitu:

Persiapan sampel makanan: (a) Mempersiapkan alat media agar dan larutan fisiologis yang telah disterilisasi; (b) Masing-masing sampel disiapkan sebanyak 10 gram dalam *plastic bag*. Proses penimbangan dan persiapan sampel dilakukan secara aseptik; (c) Satu-persatu sampel makanan dihaluskan dalam masing-masing *plastic bag* menggunakan mortar; (d) Sampel makanan yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL; (e) Selanjutnya diencerkan dengan larutan fisiologis 100 mL (pengenceran  $10^{-1}$ ); (f) Sampel yang sudah diencerkan  $10^{-1}$  tersebut diambil sebanyak 10 mL menggunakan pipet steril, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL berikutnya; (g) Larutan tersebut diencerkan lebih lanjut dengan larutan fisiologis sampai 100 mL (pengenceran  $10^{-2}$ ); (h) Sampel yang sudah diencerkan  $10^{-2}$ , diambil sebanyak 10 mL menggunakan pipet steril, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL berikutnya; (i) Larutan tersebut diencerkan lebih lanjut dengan larutan fisiologis sampai 100 mL (pengenceran  $10^{-3}$ ). Pada tahap ini setiap sampel diencerkan  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  dan  $10^{-3}$ . Selanjutnya masing-masing sampel diproses filtrasi.

Proses filtrasi menggunakan *filter membran*: (a) Masing-masing sampel makanan pengenceran  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  dan  $10^{-3}$  dipersiapkan; (b) Media agar yang telah disiapkan dituang ke dalam cawan petri steril, lalu diratakan; (c) Keluarkan membran dari paket steril, kemudian letakkan membran

ke dalam rakitan corong secara aseptik; (d) Satu per satu sampel dituang ke dalam corong secara aseptik, lalu sampel dihisap sepenuhnya menggunakan vakum melalui *filter membran*. Pastikan seluruh sampel telah terhisap melalui *filter membran*; (e) *filter membran* dibilas dengan larutan fisiologis steril, lalu dihisap menggunakan vakum dan pastikan larutan pembilas terhisap sepenuhnya melalui *filter membran*; (f) Keluarkan membran dari rakitan corong secara aseptik dan tempatkan pada *petri disk* yang telah disediakan juga secara aseptik; (g) Masukkan *filter membran* ke dalam inkubatori dengan suhu 36-37 °C selama 24-48 jam; (h) Koloni *E. coli* akan terlihat berwarna biru, selanjutnya dilakukan penghitungan jumlah koloni.

**Analisis data.** Analisis data menggunakan komputer. Data dikelompokkan menjadi data kategorik. Analisis yang digunakan adalah analisis univariat untuk melihat distribusi persentase variabel independen dan dependen. Selanjutnya dilakukan analisis bivariat untuk melihat hubungan masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen. Uji yang digunakan adalah uji *chi square* menggunakan batas kemaknaan 0,005 ( $\alpha=0,05$ ). Untuk mengetahui variabel independen yang paling berhubungan dengan kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan, analisis multivariat yang digunakan adalah uji *logistic regression*.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang berjudul “Assessment Sertifikasi Laik Higiene dan Sanitasi Kantin Sebuah Kampus”. Dana yang digunakan bersumber dari Hibah Klaster Kompetensi Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Universitas Indonesia tahun 2010.

## Hasil dan Pembahasan

Usia rata-rata responden adalah 35 tahun dengan rentang usia 17-64 tahun. Karakteristik umum responden lainnya bisa dilihat pada Tabel 1.

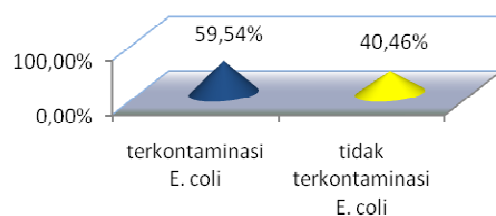
Lebih dari separuh responden adalah laki-laki dan umumnya berpendidikan setingkat sekolah dasar. Lebih dari separuh responden tidak pernah mengikuti pelatihan tentang makanan.

Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa lebih dari separuh (59,54%) sampel makanan dan minuman yang diperiksa terkontaminasi *E. coli* (Gambar 1).

Pada Tabel 1 terlihat bahwa hampir seluruh cara pemilihan bahan makanan bukan olahan pabrik yang dilakukan responden berisiko rendah. Pengamatan dari kondisi fisik bahan makanan yang sudah dibeli oleh penjual makanan dan sudah berada dipersiapkan untuk diolah pada masing-masing tempat penjual makanan jajanan. Penelitian ini tidak mengamati kondisi kimia dan bakteri dari bahan makanan tersebut.

**Tabel 1. Persentase Karakteristik Responden**

| Karakteristik                    | Persentase (%) |
|----------------------------------|----------------|
| Jenis Kelamin:                   |                |
| Laki-laki                        | 68,8           |
| Perempuan                        | 31,2           |
| Pendidikan:                      |                |
| Tidak tamat Sekolah Dasar (SD)   | 26             |
| Sekolah Dasar (SD)               | 24,3           |
| Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama | 22             |
| Sekolah Lanjutan Tingkat Atas    | 37             |
| Perguruan Tinggi                 | 1,7            |
| Pelatihan makanan:               |                |
| Pernah                           | 23,7           |
| Tidak pernah                     | 76,3           |



**Gambar 1. Kontaminasi *E. coli* pada Penyajian Makanan Minuman Jajanan**

Cara pemilihan bahan makanan olahan pabrik terlihat berisiko tinggi. Hal ini disebabkan lebih dari separuh responden tidak mengamati hal-hal berikut: pendaftaran bahan makanan di Kementerian Kesehatan, kondisi kemasan, perubahan warna minuman di dalam botol, tanggal kadaluarsa, segel penutup, dan merek label yang ada pada kemasan.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa hampir seluruh responden melakukan cara pengolahan yang berisiko rendah terhadap jenis-jenis makanan yang diamati. Pengamatan dilakukan pada perlakuan responden terhadap bahan makanan mentah, jenis perlakuan yang diberikan, dan lama waktu memasak terhadap masing-masing bahan makanan, selain buah.

Sebelum dilakukan analisis bivariat, dilakukan perubahan beberapa variabel terhadap kelompok berisiko tinggi yang terkontaminasi *E. coli* dan tidak terkontaminasi *E. coli*. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan sel yang bernilai nol sehingga hasil uji *chi square* dan nilai *Odd Ratio* (OR) dapat dibaca. Variabel-variabel tersebut adalah pemilihan daging sapi, pemilihan tempe, perlakuan terhadap buah, perlakuan terhadap sayur, perlakuan terhadap biji-bijian/beras, perlakuan terhadap ayam, dan lama memasak ikan (Tabel 3).

Hasil analisis bivariat secara statistik tidak menemukan hubungan yang bermakna antara masing-masing variabel independen pemilihan bahan makanan terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan dan minuman jajanan di lingkungan kampus UI Depok (Tabel 4).

Hasil analisis variabel pengolahan makanan secara statistik ditemukan hubungan bermakna antara ada dua variabel terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan dan minuman jajanan, yaitu perlakuan terhadap sayur  $p = 0,058$  ( $p < 0,05$ ) (OR: 3,262; CI 95%; 1,048-10,152) dan waktu memasak biji-bijian/beras  $p = 0,053$  ( $p < 0,05$ ) (OR: 0,270; CI 95%; 0,067-1,083) (Tabel 5).

Hasil analisis multivariat menemukan bahwa secara statistik kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang paling bermakna terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan dan minuman jajanan di lingkungan kampus UI Depok. Faktor jenis perlakuan terhadap sayuran sebelum dimasak memiliki hubungan bermakna secara statistik  $p = 0,015$  ( $p < 0,05$ ) (OR= 5,299; CI95%: 1,392-20,180) dan faktor waktu memasak biji-bijian  $p = 0,018$  ( $p < 0,05$ ) (OR= 0,139; CI95%: 0,027-0,712). Hal tersebut bermakna bahwa jenis perlakuan yang berisiko tinggi terhadap sayuran sebelum dimasak, lima kali lebih berisiko terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan dan minuman jajanan. Waktu memasak biji-bijian/beras protektif terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan dan minuman (Tabel 6).

Penelitian ini menemukan bahwa salah satu faktor yang berhubungan dengan kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan adalah perlakuan terhadap sayuran.

**Tabel 2. Persentase Cara Pemilihan Bahan Makanan**

| Cara Pemilihan bahan   | %<br>Berisiko<br>Tinggi | %<br>Berisiko<br>Rendah |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Buah                   | 24,28                   | 75,72                   |
| Sayur                  | 48,6                    | 51,4                    |
| Biji-bijian/beras      | 34,1                    | 65,9                    |
| Ikan                   | 6,4                     | 93,6                    |
| Ayam                   | 30,1                    | 69,9                    |
| Daging                 | 0                       | 100                     |
| Telur                  | 8,1                     | 91,9                    |
| Tahu                   | 9,8                     | 90,2                    |
| Tempe                  | 0                       | 100                     |
| Makanan olahan pabrik  | *74,6                   | 25,4                    |
| Pemilihan bahan pabrik | *73,4                   | 26,6                    |

**Tabel 3. Persentase Cara Pengolahan Bahan Makanan**

| Cara pengolahan bahan | %<br>Berisiko<br>Tinggi | %<br>Berisiko<br>Rendah |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Buah                  |                         |                         |
| Pemberian Perlakuan   | 1,2                     | 98,8                    |
| Jenis Perlakuan buah  | 6,4                     | 93,6                    |
| Sayuran               |                         |                         |
| Pemberian Perlakuan   | 1,2                     | 98,8                    |
| Jenis Perlakuan       | 12,1                    | 87,9                    |
| Waktu memasak         | 26                      | 74                      |
| Biji-bijian/beras     |                         |                         |
| Pemberian perlakuan   | 0                       | 100                     |
| Jenis Perlakuan       | 0,6                     | 99,4                    |
| Waktu memasak         | 5,8                     | 94,2                    |
| Ikan                  |                         |                         |
| Pemberian Perlakuan   | 3,5                     | 96,5                    |
| Jenis Perlakuan       | 4                       | 96                      |
| Waktu memasak         | 0,6                     | 99,4                    |
| Ayam                  |                         |                         |
| Pemberian Perlakuan   | 0                       | 100                     |
| Jenis Perlakuan       | 5,8                     | 94,2                    |
| Waktu memasak         | 15                      | 85                      |
| Daging                |                         |                         |
| Pemberian Perlakuan   | 0,6                     | 99,4                    |
| Jenis Perlakuan       | 4,6                     | 95,4                    |
| Waktu memasak         | 5,2                     | 94,8                    |
| Telur                 |                         |                         |
| Pemberian Perlakuan   | 6,9                     | 93,1                    |
| Jenis Perlakuan       | 5,2                     | 94,8                    |
| Waktu memasak         | 9,2                     | 90,8                    |
| Tahu                  |                         |                         |
| Pemberian Perlakuan   | 2,3                     | 97,7                    |
| Jenis Perlakuan       | 2,9                     | 97,1                    |
| Waktu memasak         | 6,9                     | 93,1                    |
| Tempe                 |                         |                         |
| Pemberian Perlakuan   | 1,7                     | 98,3                    |
| Jenis Perlakuan       | 1,7                     | 98,3                    |
| Waktu memasak         | 2,9                     | 97,1                    |
| Alat peracik          | 8,1                     | 91,9                    |
| Kontak tangan         | 34,1                    | 65,9                    |

Sebagian kecil responden (12,1%) berisiko tinggi dalam memberikan perlakuan terhadap sayuran yaitu tidak mencuci sayuran dengan air yang mengalir atau tidak mencuci sayuran sebelum dimasak. Mencuci sayuran menggunakan air tidak mengalir atau tidak mencuci sayuran dikategorikan jenis perlakuan yang berisiko

tinggi. Mencuci dengan air mengalir adalah salah satu cara yang aman untuk membersihkan sayuran sebelum dimasak. Kunci peningkatan keamanan makanan yang kelima menyatakan bahwa dianjurkan mencuci buah-buahan dan sayuran dengan air yang aman. Sayuran segar bisa saja terkontaminasi mikroorganisme atau zat kimia, oleh sebab itu sayuran segar harus dicuci terlebih

dahulu baik untuk dimakan langsung atau sebelum dimasak.<sup>1,10</sup>

Salah satu sumber utama kontaminasi *E. coli* adalah sayuran yang terkontaminasi fekal.<sup>7,11</sup> Hasil penelitian di Wisconsin menemukan 10,7% dari 89 areal pertanian yang diamati terkontaminasi *E. coli*. Pemberian pupuk

**Tabel 4. Hubungan Variabel Pemilihan Bahan dan Pengolahan Makanan terhadap Kontaminasi *E. coli* pada Penyajian Makanan Jajanan**

| Variabel                    | Kontaminasi <i>E. coli</i> |             |                 | <i>P</i><br>value | OR    | 95% CI       |
|-----------------------------|----------------------------|-------------|-----------------|-------------------|-------|--------------|
|                             | Tidak<br>n (%)             | Ya<br>n (%) | Jumlah<br>n (%) |                   |       |              |
| Pemilihan bahan             |                            |             |                 |                   |       |              |
| Pemilihan buah              |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 26(61,9)                   | 16(38,1)    | 42 (100)        | 0,858             | 1,140 | 0,558-2,326  |
| Berisiko rendah             | 77(58,8)                   | 54(41,2)    | 131(100)        |                   |       |              |
| Pemilihan sayur             |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 52 (61,9)                  | 32(38,1)    | 84(100)         | 0,645             | 1,211 | 0,659-2,225  |
| Berisiko rendah             | 51 (57,3)                  | 38 (42,7)   | 89(100)         |                   |       |              |
| Pemilihan Biji-bijian/beras |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 35(59,3)                   | 24(40,7)    | 59(100)         | 1,000             | 0,987 | 0,520-1,871  |
| Berisiko rendah             | 68(59,6)                   | 46(40,4)    | 114(100)        |                   |       |              |
| Pemilihan ikan              |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 5(45,5)                    | 6(54,5)     | 11 (100)        | 0,250             | 0,544 | 0,159-1,858  |
| Berisiko rendah             | 98(60,5)                   | 64(39,5)    | 162(100)        |                   |       |              |
| Pemilihan Ayam              |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 28(53,8)                   | 24(46,2)    | 52(100)         | 0,406             | 0,716 | 0,371-1,381  |
| Berisiko rendah             | 84(66,2)                   | 51(37,8)    | 135(100)        |                   |       |              |
| Pemilihan daging            |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 1 (50)                     | 1(50)       | 2(100)          | 0,647             | 0,676 | 0,042-10,998 |
| Berisiko rendah             | 102(59,6)                  | 69 (40,4)   | 171(100)        |                   |       |              |
| Pemilihan Telur             |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 10(71,4)                   | 4(28,6)     | 14(100)         | 0,508             | 1,774 | 0,533-5,900  |
| Berisiko rendah             | 93(58,5)                   | 66(41,5)    | 159(100)        |                   |       |              |
| Pemilihan Tahu              |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 10(58,8)                   | 7(41,2)     | 17(100)         | 1,000             | 0,968 | 0,350-2,677  |
| Berisiko rendah             | 93(59,6)                   | 63(40,4)    | 156(100)        |                   |       |              |
| Pemilihan Tempe             |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 1 (50)                     | 1(50)       | 2(100)          | 0,647             | 0,676 | 0,042-10,998 |
| Berisiko rendah             | 102(59,6)                  | 69 (40,4)   | 171(100)        |                   |       |              |
| Bahan lainnya 1             |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 49(59,8)                   | 33(40,2)    | 2(100)          | 1,000             | 1,017 | 0,554-1,869  |
| Berisiko rendah             | 54(59,3)                   | 37(40,7)    | 91(100)         |                   |       |              |
| Bahan lainnya 2             |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 3(75)                      | 1(25)       | 4(100)          | 0,466             | 2,070 | 0,211-20,316 |
| Berisiko rendah             | 100(59,2)                  | 69(40,8)    | 169(100)        |                   |       |              |
| Makanan olahan pabrik       |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 76(58,9)                   | 53(41,1)    | 129(100)        | 0,914             | 0,903 | 0,448-1,820  |
| Berisiko rendah             | 27(61,4)                   | 17(38,6)    | 44(100)         |                   |       |              |
| Pemilihan Bahan pabrik      |                            |             |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi             | 75(59,1)                   | 52(40,9)    | 127(100)        | 0,968             | 0,927 | 0,465-1,848  |
| Berisiko rendah             | 28(60,9)                   | 18(39,1)    | 46(100)         |                   |       |              |

Keterangan: OR= Odd Ratio, CI: Confidence Interval

**Tabel 5. Hubungan Variabel Pengolahan Makanan terhadap Kontaminasi *E. coli* pada Penyajian Makanan Jajanan**

| Variabel                          | Kontaminasi <i>E. coli</i> |                |                 | <i>p</i><br><i>value</i> | OR    | 95% CI       |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------|--------------------------|-------|--------------|
|                                   | Ya<br>n (%)                | Tidak<br>n (%) | Jumlah<br>n (%) |                          |       |              |
| Pengolahan makanan                |                            |                |                 |                          |       |              |
| Perlakuan buah                    |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 2 (66,7)                   | 1(33,3)        | 3 (100)         | 0,642                    | 1,366 | 0,122-15,364 |
| Berisiko rendah                   | 101(59,4)                  | 69(40,6)       | 170(100)        |                          |       |              |
| Jenis Perlakuan buah              |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 8 (72,7)                   | 3(27,3)        | 11 (100)        | 0,278                    | 1,881 | 0,481-7,351  |
| Berisiko rendah                   | 95(58,6)                   | 70(40,5)       | 162(100)        |                          |       |              |
| Perlakuan sayur                   |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 2 (61,9)                   | 1(33,3)        | 3(100)          | 0,642                    | 1,366 | 0,122-15,364 |
| Berisiko rendah                   | 101 (59,4)                 | 69 (40,6)      | 170(100)        |                          |       |              |
| Jenis Perlakuan sayur             |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 17 (81,0)                  | 4(19,0)        | 21(100)         | 0,058                    | 3,262 | 1,048-10,152 |
| Berisiko rendah                   | 86 (56,6)                  | 66 (43,4)      | 152(100)        |                          |       |              |
| Lama pemasakan sayur              |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 25 (55,6)                  | 20(44,4)       | 45(100)         | 0,648                    | 0,801 | 0,403-1,593  |
| Berisiko rendah                   | 78 (60,9)                  | 50 (39,1)      | 128(100)        |                          |       |              |
| Perlakuan Biji-bijian/beras       |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 1(50)                      | 1(50)          | 2(100)          | 0,647                    | 0,676 | 0,042-10,998 |
| Berisiko rendah                   | 102(59,6)                  | 69(40,4)       | 171(100)        |                          |       |              |
| Jenis Perlakuan Biji-bijian/beras |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 1(50)                      | 1(50)          | 2(100)          | 0,647                    | 0,676 | 0,042-10,998 |
| Berisiko rendah                   | 102(59,6)                  | 69(40,4)       | 171(100)        |                          |       |              |
| Waktu memasak bijian              |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 3(30,0)                    | 7(70,0)        | 10(100)         | 0,053                    | 0,270 | 0,067-1,083  |
| Berisiko rendah                   | 100(61,3)                  | 63(38,7)       | 163(100)        |                          |       |              |
| Perlakuan ikan                    |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 3(50)                      | 3(50)          | 6(100)          | 0,295                    | 0,670 | 0,131-3,419  |
| Berisiko rendah                   | 100(59,9)                  | 67(40,1)       | 167(100)        |                          |       |              |
| Jenis Perlakuan ikan              |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 3(42,9)                    | 4(57,1)        | 7(100)          | 0,250                    | 0,495 | 0,107-2,283  |
| Berisiko rendah                   | 100(60,2)                  | 66(39,8)       | 166(100)        |                          |       |              |
| Waktu memasak ikan                |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 5(55,6)                    | 4(44,4)        | 9(100)          | 0,531                    | 0,842 | 0,218-3,252  |
| Berisiko rendah                   | 98(59,8)                   | 66(40,2)       | 164(100)        |                          |       |              |
| Perlakuan daging                  |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 1(50)                      | 1(50)          | 2(100)          | 0,647                    | 0,676 | 0,042-10,998 |
| Berisiko rendah                   | 102(59,6)                  | 69(40,4)       | 171(100)        |                          |       |              |
| Jenis Perlakuan daging            |                            |                |                 |                          |       |              |
| Berisiko tinggi                   | 6(75,0)                    | 2(25,0)        | 8 (100)         | 0,301                    | 2,103 | 0,412-10,734 |
| Berisiko rendah                   | 97(58,8)                   | 68(41,2)       | 165(100)        |                          |       |              |

Lanjutan Tabel 5

| Variabel              | Kontaminasi <i>E. coli</i> |                |                 | <i>p</i><br>value | OR    | 95% CI       |
|-----------------------|----------------------------|----------------|-----------------|-------------------|-------|--------------|
|                       | Ya<br>n (%)                | Tidak<br>n (%) | Jumlah<br>n (%) |                   |       |              |
| Pengolahan makanan    |                            |                |                 |                   |       |              |
| Lama memasak daging   |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 5(55,6)                    | 4(44,4)        | 9(100)          | 0,531             | 0,842 | 0,218-3,252  |
| Berisiko rendah       | 98(59,8)                   | 66(40,2)       | 164(100)        |                   |       |              |
| Perlakuan ayam        |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 1 (50)                     | 1(50)          | 2(100)          | 0,647             | 0,676 | 0,042-10,998 |
| Berisiko rendah       | 102(59,6)                  | 69 (40,4)      | 171(100)        |                   |       |              |
| Jenis Perlakuan ayam  |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 5 (50)                     | 5(50)          | 10(100)         | 0,376             | 0,663 | 0,185-2,382  |
| Berisiko rendah       | 98(60,1)                   | 65 (39,9)      | 163(100)        |                   |       |              |
| Waktu memasak ayam    |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 12 (46,2)                  | 14(53,8)       | 26(100)         | 0,196             | 0,527 | 0,228-1,222  |
| Berisiko rendah       | 91(61,9)                   | 56 (38,1)      | 147(100)        |                   |       |              |
| Perlakuan Telur       |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 17(65,4)                   | 9(34,6)        | 26(100)         | 0,658             | 1,340 | 0,560-3,204  |
| Berisiko rendah       | 86(58,5)                   | 61(41,5)       | 147(100)        |                   |       |              |
| Jenis Perlakuan Telur |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 18(60,0)                   | 12(40,0)       | 30(100)         | 1,000             | 1,024 | 0,458-2,285  |
| Berisiko rendah       | 85(59,4)                   | 58(40,6)       | 143(100)        |                   |       |              |
| Waktu memasak Telur   |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 6(37,5)                    | 10(62,5)       | 16(100)         | 0,106             | 0,371 | 0,128-1,073  |
| Berisiko rendah       | 97(61,8)                   | 60(38,2)       | 157(100)        |                   |       |              |
| Perlakuan Tahu        |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 2(50)                      | 2(50)          | 4(100)          | 0,534             | 0,673 | 0,093-4,896  |
| Berisiko rendah       | 101(59,8)                  | 68(40,2)       | 169(100)        |                   |       |              |
| Jenis Perlakuan Tahu  |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 96(58,8)                   | 65(41,2)       | 161(100)        | 0,579             | 1,055 | 0,321-3,468  |
| Berisiko rendah       | 7(59,6)                    | 5(40,4)        | 12(100)         |                   |       |              |
| Waktu memasak Tahu    |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 7(58,3)                    | 5(41,7)        | 12(100)         | 0,579             | 0,948 | 0,288-3,116  |
| Berisiko rendah       | 96(59,6)                   | 65(40,4)       | 161(100)        |                   |       |              |
| Perlakuan Tempe       |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 2 (66,7)                   | 1(33,3)        | 3(100)          | 0,642             | 1,366 | 0,122-15,364 |
| Berisiko rendah       | 101(59,6)                  | 69 (40,4)      | 170(100)        |                   |       |              |
| Jenis Perlakuan Tempe |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 99 (59,3)                  | 68(40,7)       | 167(100)        | 0,535             | 0,728 | 0,130-4,086  |
| Berisiko rendah       | 4(66,7)                    | 2 (33,3)       | 6(100)          |                   |       |              |
| Waktu memasak Tempe   |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 4 (80)                     | 1(20)          | 5(100)          | 0,326             | 0,788 | 0,305-25,484 |
| Berisiko rendah       | 99(58,9)                   | 69 (41,1)      | 168(100)        |                   |       |              |
| Alat peracik          |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 6(42,9)                    | 8(57,1)        | 14(100)         | 0,297             | 0,479 | 0,159-1,448  |
| Berisiko rendah       | 97(61)                     | 62(39)         | 159 (100)       |                   |       |              |
| Kontak tangan         |                            |                |                 |                   |       |              |
| Berisiko tinggi       | 63(55,3)                   | 51(44,7)       | 114(100)        | 0,153             | 0,587 | 0,304-1,134  |
| Berisiko rendah       | 40(67,8)                   | 19(40,8)       | 59(100)         |                   |       |              |

**Tabel 6. Hasil Analisis Akhir Multivariat Variable Pemilihan dan Pengolahan Bahan Makanan yang Paling Berhubungan dengan Kontaminasi *Escherichia coli* pada Penyajian Makanan Jajanan**

| Variabel pengolahan bahan        | $\beta$ | <i>p value</i> | OR    | 95% CI       |
|----------------------------------|---------|----------------|-------|--------------|
| Jenis perlakuan sayuran          | 1,668   | 0,015          | 5,299 | 1,392-20,180 |
| Lama pemasakan biji-bijian/beras | -1,974  | 0,018          | 0,139 | 0,027-0,712  |
| Konstanta                        | -0,026  | 0,974          | 0,974 |              |

Keterangan: n= Jumlah pengamatan, OR= *Odd Ratio*, CI: *Confidence Interval*

kandang yang berasal dari kotoran ternak pada sayuran yang sedang tumbuh, bisa menjadi sumber kontaminasi *E. coli* pada sayuran.<sup>12-14</sup> Penelitian di Ceko menemukan kontaminasi *E. coli* pada 26,4% sayuran dan biji-bijian yang dijual di pasaran.<sup>15</sup> Penelitian di Colorado menemukan hubungan yang bermakna antara penggunaan air tambak untuk irigasi dengan kontaminasi *E. coli* pada sayuran jenis bayam pascapanen.<sup>16</sup> Hal ini menunjukkan bahwa sayuran dan biji-bijian/beras berisiko tinggi mengalami kontaminasi *E. coli*, sejak dari proses penanamannya. Penelitian ini tidak mengamati kontaminasi *E. coli* pada sayuran mentah. Sehingga tidak diketahui dengan pasti keamanan sayuran mentah dari kontaminasi *E. coli*.

Tahap pencucian sayuran mentah dengan menggunakan air mengalir merupakan salah satu cara untuk meminimalisir kontaminasi.<sup>10</sup> Jika sayuran mentah tidak dicuci atau tidak dicuci dengan benar, maka kontaminasi yang terdapat dalam sayuran bisa terbawa sampai proses memasak, jika sayuran tersebut diolah dengan cara dimasak. Kontaminasi tersebut bisa sampai pada tahap penyajian, jika sayuran tersebut disajikan mentah.<sup>1</sup> Proses pencucian bahan sayuran yang benar bisa menurunkan risiko terhadap kesehatan.<sup>17</sup> Pada penelitian ini sebagian penjual makanan jajanan tidak mencuci sayuran dengan air mengalir atau tidak melakukan pencucian sama sekali. Perlakuan yang tidak aman ini berisiko untuk terjadinya *transmisi fekal* melalui sayuran terhadap makanan jajanan yang disajikan, terutama jika sayuran disajikan mentah atau suhu pemasakan yang tidak aman (<70 °C).<sup>7,10,18</sup>

Faktor lain yang juga berhubungan dengan kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan adalah waktu memasak biji-bijian/beras. Jika dilihat dari waktu memasak yang berisiko tinggi untuk biji-bijian/beras hanya sebagian kecil saja yaitu 5,8%. Akan tetapi dari sebagian besar responden yang berisiko rendah waktu memasaknya, ditemukan 61,3% kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan. Suhu pemasakan yang aman adalah >70 °C.<sup>10</sup>

Penelitian ini menemukan 129 jenis menu makanan dan minuman, 17 di antaranya adalah menu makanan yang menggunakan nasi. Umumnya (52,9%) menu yang ada menggunakan nasi putih, sebesar 5,8% nasi kuning, dan sebesar 38,9% nasi goreng. Bila diamati dari 59,54%

makanan jajanan yang terkontaminasi *E. coli*, beberapa di antaranya adalah menu yang menggunakan nasi, yaitu nasi goreng sebesar (1,2%), nasi gulai sebesar (0,6%), nasi kuning sebesar (0,6%), nasi pecel sebesar (0,6%), nasi putih sebesar (0,6%) dan pecel ayam kremes sebesar (0,6%). Dari 17 jenis menu yang menggunakan nasi, hanya 3 jenis menu yang waktu memasaknya di bawah 15 menit. Lama memasak berkaitan dengan suhu yang dicapai dalam memasak makanan. Semakin lama makanan dimasak akan semakin tinggi suhu yang dicapai.

Penelitian ini tidak mengamati suhu memasak beras/ biji-bijian. Akan tetapi suhu memasak untuk jenis beras diduga sudah memenuhi syarat, karena untuk nasi suhu yang diperlukan >70 °C dan waktu memasak lebih dari 15 menit. Berdasarkan pengamatan proses penyajian untuk menu-menu tertentu yang berbahan dasar beras terlihat bahwa ada beberapa pola penyajian:<sup>1</sup> 1) Setelah nasi dimasak pada pagi hari, lalu disimpan secara panas menggunakan pemanas nasi, jika ada pembeli akan disajikan bersama lauk sesuai pesanan; 2) Setelah nasi dimasak pada pagi hari, lalu disimpan dalam termos nasi, jika ada pembeli akan disajikan bersama lauk sesuai pesanan; Setelah nasi dimasak pada pagi hari, lalu disimpan dalam termos nasi, dan dimasak kembali jika ada pesanan untuk jenis menu seperti nasi goreng, lalu disajikan; Setelah nasi dimasak, lalu disimpan dalam suhu ruang (tidak menggunakan penyimpanan secara panas) dan dimasak kembali jika ada pesanan untuk jenis menu seperti nasi goreng, lalu disajikan.

Mengacu kepada empat pola tersebut di atas terlihat bahwa untuk jenis penyimpanan menggunakan termos dan suhu ruang bisa dikategorikan berisiko tinggi dan sedang. Hal ini didasari pemikiran bahwa untuk penyimpanan menggunakan termos, setiap kali termos nasi dibuka untuk menyajikan menu, akan terjadi penurunan suhu nasi di dalam termos. Jika penurunan suhu tersebut mencapai zona suhu berbahaya yaitu antara 4-60 °C maka akan memungkinkan untuk terjadinya pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme pada nasi. Jika nasi yang sudah matang disimpan pada suhu ruang juga akan berisiko untuk terjadi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme di dalamnya. Umumnya nasi yang akan digoreng disimpan dalam suhu ruang atau didinginkan terlebih dahulu sebelum di goreng. Jika nasi tersebut dimasak atau dipanaskan kembali dengan suhu yang



tidak aman (<70 °C) maka menu nasi goreng yang disajikan berisiko untuk kontaminasi *E. coli*.<sup>1,10</sup> Kontaminasi *E. coli* bisa terjadi melalui peralatan yang digunakan untuk menyimpan nasi putih sebelum digoreng atau melalui tangan penyaji makanan yang terkontaminasi *E. coli*, sehingga jika digoreng dengan suhu yang tidak aman (<70 °C) atau kurang dari (<45 °C) maka *E. coli* yang ada pada nasi tidak tereliminasi. Hal ini disebabkan *E. coli* akan berhenti pertumbuhannya pada suhu <8 °C atau >45 °C.<sup>7-8</sup> Jika makanan dimasak dalam waktu kurang dari 15 menit, besar dugaan suhu aman (70 °C) yang harus dicapai dalam pemasakan tidak tercapai.<sup>1,10</sup> Hal ini diduga menjadi penyebab meskipun lama pemasakan beras/biji-bijian berisiko rendah, namun berisiko terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan, karena diduga ada faktor lain yaitu suhu pemasakan dan kontaminasi *E. coli* yang mungkin terjadi pada tahap penyajian setelah makanan matang. Oleh sebab itu, waktu memasak beras/biji-bijian kurang dari 15 menit berisiko terhadap kontaminasi *E. coli*. Guna mengetahui dengan pasti hal tersebut perlu diamati suhu pemasakan makanan.

## Simpulan

Penelitian ini menemukan bahwa faktor yang paling berhubungan dengan kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan adalah jenis perlakuan terhadap sayuran dan lama pemasakan biji-bijian/beras. Mencuci sayuran dengan air tidak mengalir atau sayuran yang tidak dicuci, lima kali lebih berisiko terkontaminasi *E. coli*. Waktu memasak biji-bijian/beras protektif terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan. Waktu memasak biji-bijian/beras dengan waktu kurang dari 15 menit, 0,1 kali lebih berisiko terhadap kontaminasi *E. coli* pada penyajian makanan jajanan.

Jaminan bahwa penjual makanan melakukan pengolahan makanan yang aman, perlu dilakukan sosialisasi dan pengawasan secara periodik baik oleh petugas dinas kesehatan, pengelola tempat berjualan (fakultas dan penanggung jawab tempat), FKM UI dan penjual makanan. Disarankan untuk penelitian lanjutan agar mengamati suhu pemasakan dan kualitas mikrobiologis bahan makanan sebelum diolah. Selain itu juga perlu dipertegas mengenai perbedaan cara memasak biji-bijian/beras, khususnya antara memasak nasi goreng dan memasak nasi biasa.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Universitas Indonesia yang telah memberikan peluang untuk melakukan penelitian dan mempublikasikannya melalui Hibah Kelompok Berbasis Kompetensi Kontrak No. 3429/H2.R12/PPM.00.01, Sumber Pendanaan tahun 2010.

## Daftar Acuan

1. US Food and Drug Administration. *Managing food safety: a regulator's manual for applying HACCP principles to risk-based retail and food service inspections and evaluating voluntary food safety management systems*. College Park, MD: Center for Food Safety and Applied Nutrition, 2006.
2. Hester RE, Harrison RM, Chesson A, Andrews G. *Food safety and food quality (Issues in environmental science and technology)*. Book 15, 1<sup>st</sup> ed. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry, 2001.
3. Tessi MA, Aringoli EE, Pirovani ME, Vincenzini AZ, Sabbag NG, Costa SC, et al. Microbiological quality and safety of ready-to-eat cooked foods from a centralized school kitchen in Argentina. *J Food Prot*. 2002;65(4):636-642.
4. Musa OI, Akande TM. Food hygiene practices of food vendors in secondary schools in Ilorin. *Niger Postgrad Med J*. 2003;10(3):192-196.
5. Okojie OH, Wagbatsoma VA, Ighorogbe AD. An assessment of food hygiene among food handlers in a Nigerian university campus. *Niger Postgrad Med J*. 2005;12(2):93-6.
6. Susanna D, Eryando T, Indrawani YM. The level of *Escherichia coli* contamination in foods and drinks sold at canteens campus. *Med J Indones*. 2011; 20(1):66-70.
7. Media Centre World Health Organization. *Enterohaemorrhagic Escherichia coli* (EHEC). (internet). Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/en/index.html>.
8. Feng P, Weagant SD, Grant MA, Burkhardt W. *BAM: enumeration of Escherichia coli and the Coliform bacteria. Bacteriological analytical manual chapter 4 enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria*. (internet). Available from: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>
9. World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality*. Geneva: World Health Organization, 2001.
10. World Health Organization. *Five keys to safer the food manual*. Geneva: World Health Organization, Department of Food Safety, 2006.
11. Food and Agriculture Organization and World Health Organization. *Meeting report - microbiological risk assessment series 14: microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs*. Rome: World Health Organization, 2008.
12. Mukherjee A, Speh D, Dyck E, Diez-Gonzalez F. Preharvest evaluation of coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Escherichia coli* O157:H7 in organic and conventional produce grown by Minnesota farmers. *J Food Prot*. 2004;67(5):894-900.
13. Jensen AN, Storm C, Forslund A, Baggesen DL, Dalsgaard A. *Escherichia coli* contamination of lettuce grown in soils amended with animal slurry. *J Food Prot*. 2013;76(7):1137-44. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-13-011.
14. Skořková A, Karpíšková R, Kolářková I, Cupáková Š. Characteristics of *Escherichia coli* from raw vegetables at a retail market in the Czech Republic. *Int J Food Microbiol*. 2013;167(2):196-201. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.09.011.
15. Park S, Navratil S, Gregory A, Bauer A, Srinath I, Jun M. et-al. Generic *Escherichia coli* contamination of spinach at the preharvest stage: Effects of farm management and

- environmental factors. *Appl Environ Microbiol*. 2013;79(14):4347-58. doi: 10.1128/AEM.00474-13.
17. Amoah P, Drechsel P, Abaidoo RC, Klutse A. Effectiveness of common and improved sanitary washing methods in selected cities of West Africa for the reduction of coliform bacteria and helminth eggs on vegetables. *Trop Med Int Health*. 2007; 12(2):40-50.
18. Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL. *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors*. Geneva: World Health Organization, 2004.